Oppgave 1 D er korrekt

Oppgave 2
Bruker N2: $G_{Parallell} - F_{friksjon} = m \cdot a$, som gir $m \cdot g \cdot \sin(22) - \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos(22) = m \cdot a$. Dermed blir $a = g \cdot \sin(22) - \mu \cdot g \cdot \cos(22) = -0.873\ m^2/(kg\ s^2)$. Klossen får en startfart er $v_0 = 1.0$ m/s. I det klossen stopper er $v = 0$ m/s. Dette gir $v = v_0 + a \cdot t$ og dermed $0 = v_0 + a \cdot t$, slik at $t = -v_0/a = 1.15$ s

Oppgave 3
Friksjonsarbeidet W_f er gitt ved: $W_f = -F_{friksjon} \cdot s = -\mu \cdot m \cdot g \cdot \cos(22) \cdot s = -6.5$ J hvor $s = v_0 \cdot t + a \cdot t^2/2 = 0.57$ m . Arbeidet kan også beregnes ut fra energibetraktninger: $W_f = U_p + E_k = -m \cdot g \cdot \sin(22) \cdot s - m \cdot v_0^2/2 = -6.5$ J

Oppgave 4
Skiløperen har en masse m = 80.0 kg og høyden på bakken er h = 65 m. Energien er bevart. Ved bunnen, hvor $E_{K,\,Topp} = 0$ J og $E_{P,\,Bunn} = 0$ J, er farten v_B gitt ved

$$E_{K,\,Topp} + E_{P,\,Topp} = E_{K,\,Bunn} + E_{P,\,Bunn}$$

$$0 + m \cdot g \cdot h = m \cdot v_B^2/2 + 0$$

$$v_B = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = 35.7 \text{ m/s}$$

Oppgave 5
Friksjonstallet er $\mu = 0.2$, lengden på det horisontale området *h* er $s_h = 70$ m og $v_B = 25$ m/s. Tyngden sin akselerasjon er gitt ved $g = 9.81$ m/s^2. Energien som vil gå tapt pga. av friksjonsarbeidet: $W_f = -F \cdot s_h = -\mu \cdot m \cdot g \cdot s_h$, vil være lik forskjellen i kinetisk energi ved bunnen av bakken og på den andre siden av den horisontale flaten hvor skiløperen har en hastighet v_h. Energibevaring gir:

$$-\mu \cdot m \cdot g \cdot s_h = m \cdot v_h^2/2 - m \cdot v_B^2/2$$

$$v_h = \sqrt{v_B^2 - 2 \cdot \mu \cdot g \cdot s_h} = 18{,}7 \text{ m/s}$$

Oppgave 6
Dette blir en uelastisk kollisjon: $(m_r + m_h) \cdot v_f = m_r \cdot v_r + m_h \cdot v_h = m_h \cdot v_h$. For rotta er $m_r = 0{,}25$ kg og $v_r = 0$, mens $v_h = 3.5$ m/s og $v_f = 3.0$ m/s. Dette gir $m_h \cdot (v_f - v_h) = -m_r \cdot v_f$. Hønsehauken har en masse på $m_h = -m_r \cdot v_f / (v_f - v_h) = -0{,}25 * 3.0/(3.0 - 3{,}5)$ kg = 1.5 kg

Oppgave 7
Gjennomsnittlig effekt gitt ved p = W/t . Her er $v_f = 5.0$ m/s og $v_0 = 3.0$ m/s. Arbeidet $W = K_f - K_0 = m_r \cdot v_f^2/2 - m_r \cdot v_0^2/2 = 0{,}25 \cdot (5.0^2 - 3.0^2)/2 = 2{,}0$ J. Dette gir p = W/t = 2,0/7 = 0,28 W

Oppgave 8
Begge personene skyver mot klokken. Da blir rotasjonen i positiv retning. Det totale kraftmomentet blir

$$\sum \tau = F_1 \cdot L_1 + F_2.L_2 = 200 \cdot \frac{10}{2} + 250 \cdot \frac{10}{2} = 2250\ Nm$$

Oppgave 9
En halv rotasjon svarer til en vinkel $\theta = \pi\ rad.$
Rotasjonsarbeidet blir da gitt ved $W = \tau \cdot \theta = 2250 \cdot \pi = 7069\ J$

Oppgave 10

Treghetsmomentet for ei tynn stang gjennom tyngdepunktet (=rotasjonspunktet) : I = M · L^2/12 = 5000 · 10^2/12 = 41.667 kgm^2 . Vinkelakselerasjonen er gitt fra $\sum \tau = I \cdot \alpha$. Den kinematiske ligningen for konstant vinkelakselerasjon $\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2}\alpha \cdot t^2$ gir med $w_0 = 0$ og $\theta = \pi$, at det tar tiden.

$t = \sqrt{\frac{2\pi \cdot I}{\sum \tau}} = \sqrt{\frac{2\pi \cdot 41667}{2250}} = 10.79\ s$ å rotere vognen.

Oppgave 11

Med konstant fart v= 15 km/t = 15000/3600 m/s = 4.17 m/s, er det kun sentripetalakselerasjonen som bidrar, dvs. $\alpha = \frac{v^2}{r} = \frac{(4.17)^2}{0.3} = 57.9$ m/s^2 .

Oppgave 12

Her er bevegelsesmengden bevart. Blekkspruten ligger i ro, dvs. da er bevegelsesmengden lik 0. Det samme må den totale bevegelsesmengden være like etter at vannet er blåst ut. La M_B være massen til blekkspruten, mens m_v er massen til vannet inne i blekkspruten. Da er $(M_B - m_v) \cdot v_B = m_v \cdot v_v$ som gir blekkspruten en maksimal hastighet på $v_B = \frac{m_v}{M_B - m_v} \cdot v_v = \frac{56}{144} \cdot 0{,}65 \frac{m}{s} = 0{,}2527\ m/s$

Oppgave 13

Det er kun for de bølgene som starter i punkt A at en bølgedal fra A kommer samtidig med en bølgetopp fra H til punktet P. De 2 bølgene vil da slokke ut hverandre.

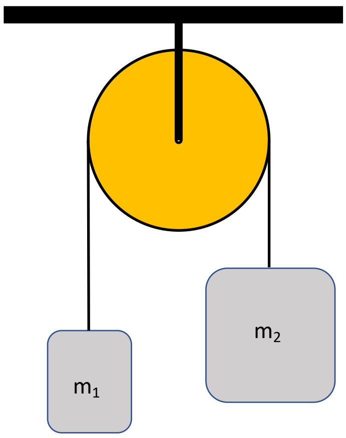
Oppgave 14

Bilene har en hastighet på $v_{bil\,1} = v_{bil\,2} = 175 \cdot 10^3/3600\ m/s = 48.61\ m/s$. Lar bil 1 kjøre langs positive x-akse. Lufthastigheten er gitt ved v_{luft} = 344 m/s. Frekvensen som førerne vil høre blir da

$$f_1 = \frac{v_{luft} - v_{bil\,2}}{v_{luft} - v_{bil\,1}} \cdot f_2 = \frac{344 - (-48.61)}{344 - 48.61} \cdot 400Hz = 531{,}6Hz$$

Oppgave 15

2 klosser m_1 = 15 kg og m_2 = 60 kg henger i masseløse snorer T_1 og T_2 fra en trinse (gul farge) som er formet som en massiv sylinder. Akselerasjonen til den tyngste klossen er a = 5.6 m/s^2. Tyngden sin akselerasjon er gitt som 9,8 m/s^2.



Velger positiv akse i vertikal retning og positiv rotasjon mot klokka. La M, a og r være massen, akselerasjonen og radiusen til trinsen.

N2 for m_1: $\sum F_1 = T_1 - m_1 \cdot g = m_1 \cdot a$ Dette gir $T_1 = 15 \cdot (9.8 + 5.6) = 231\ N$

N2 for m_2: $\sum F_2 = m_2 \cdot g - T_2 = m_2 \cdot a$ Dette gir $T_2 = 60 \cdot (9.8 - 5.6) = 252\ N$

Trinsen er en massiv sylinder med I = M · r^2/2 . Dreiemomentet er gitt ved

$$\sum \tau = T_1 \cdot r - T_2 \cdot r = I \cdot (-\alpha) = \frac{1}{2} M \cdot r^2 \cdot (-\frac{a}{r}) .$$

Da blir $T_1 - T_2 = -M \cdot a/2$ og massen til trinsen: $M = 2\frac{T_2 - T_1}{a} = 2\frac{252-231}{5.6} = 7.5\ kg$

Oppgave 16

Vinkelhastigheten til trinsen er gitt ved $w = w_0 + \alpha \cdot t = 0 + \frac{a}{r}t = \frac{5.6}{0.5} \cdot 5 = 56 \frac{rad}{s}$. Spinnet er gitt ved $L = I \cdot w = \frac{1}{2}M \cdot r^2 \cdot w = \frac{1}{2} \cdot 5.0 \cdot (0.5)^2 \cdot 56 = 35\ kg\ m^2/s$.

Oppgave 17

Den mekaniske energien er bevart. Trinsen har rotasjonsenergi og den minste klossen har bevegelsesenergi i det den største klossen treffer gulvet. I det rotasjonen stopper opp, har all energi gått over til potensiell energi for den minste klossen. Dvs. $U_1 = K_1 + K_{Rot}$ som gir

$$m_1 gh = \frac{1}{2}m_1 v^2 + \frac{1}{2}Iw^2 = \frac{1}{2}m_1(rw)^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}M \cdot r^2\right) w^2 = \frac{1}{2}\ (m_1 + \frac{M}{2})(rw)^2$$

Dette gir $h = \frac{1}{2g}\left(1 + \frac{M}{2m_1}\right)(rw)^2 = \frac{1}{2 \cdot 9.8}\left(1 + \frac{5}{2 \cdot 15}\right)(0.5 \cdot 56)^2\ m$ = 46.67 m

Oppgave 18

Energibevarelse gir $\frac{kx^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$. Dvs. $v = x\sqrt{\frac{k}{m}} = 0.1\sqrt{\frac{162}{2}}\,m/s = 0.9\ m/s$

Oppgave 19

Fra tabell: $I_0 = MR^2/2$. Steiners sats med d= R, gir $I_P = I_0 + MR^2 = 3MR^2/2$

Oppgave 20

Diffraksjonsvinkelen er gitt ved $\sin\theta = \frac{\lambda}{d}$ hvor $v = f \cdot \lambda$ og f = 550 Hz . Dvs. $\lambda = \frac{v}{f}$ som gir $\sin\theta = \frac{v}{d \cdot f} = \frac{344}{0.65 \cdot 550} = 0.96$. Dette gir $\theta = 74.2$ grader

Oppgave 21

Lyden blir mest intens ved konstruktiv interferens, dvs. når $\theta = 0^o$

Oppgave 22

Den andre lydbølgen har en frekvens på $f_1 = \frac{v}{\lambda} = \frac{344}{0.63} = 546$ Hz. Svevningsfrekvensen f_{svev} er forskjellen i frekvens mellom to lydbølger som møtes. Da blir $f_{svev} = f - f_1 = 550 - 546 = 4$ Hz

Oppgave 23

Lydhastigheten i en ideell gass er gitt ved $v = \sqrt{\frac{\gamma \cdot k \cdot T}{m}}$. Dette gir $\frac{v}{\sqrt{T}} = \sqrt{\frac{\gamma \cdot k}{m}}$. Da vil forholdet $\frac{v_1}{\sqrt{T_1}} = \frac{v_2}{\sqrt{T_2}}$. Innsatt gir dette $\frac{344}{\sqrt{273+21}} = \frac{v_2}{\sqrt{273+0}}$, som gir $v_2 = 331{,}5$ m/s. Da blir $\sin\theta = \frac{v_2}{d \cdot f} = \frac{331{,}5}{0.65 \cdot 550} = 0.927$. Dette gir en ny diffraksjonsvinkel på $\theta = 68.0$ grader.

Oppgave 24

Bruker Wiens forskyvningslov: $\lambda_{max} = \frac{a}{T} = \frac{2.90 \cdot 10^{-3}\ m \cdot K}{1060} = 2.74 \cdot 10^{-6}\ m$

Oppgave 25

Den maksimale virkningsgraden er gitt ut fra Carnotvirkningsgraden: $\eta_C = 1 - \frac{T_2}{T_2} = 1 - \frac{283}{423} = 0{,}33$

Oppgave 26

Med konstant temperatur vil tilstandslikningen for en ideell gass medføre at $p_0 V_0 = p_{12} V_{12}$. Dette gir

$$V_{12} = \frac{p_0 V_0}{p_{12}} = V_0 \frac{p_0}{p_0 + \rho g h_{12}} = V_0 \frac{101{,}3 \cdot 10^3}{101{,}3 \cdot 10^3 + 1000 \cdot 9.81 \cdot 12} = V_0 \cdot 0.463\ .$$

Med $V = \frac{4}{3}\pi r^3$ gir dette $r_{12} = r_0 \cdot \sqrt[3]{0.463} = 0{,}774 \cdot r_0 = 0{,}774\ mm$.

Oppgave 27
Avgitt varme fra vannet (med spesifikk varmekapasitet c_{vann} = 4184 J/K·kg), er
$\Delta Q_{vann} = c_{vann} \cdot m_{vann} \cdot \Delta T_{vann} = 4184 \cdot 0.3 \cdot 5 = 6276$ J .
Dette vil være lik den mottatte varmen til termosen: $\Delta Q_{termos} = C_{termos} \cdot \Delta T_{termos}$.
Termosen sin varmekapasitet blir da

$$C_{termos} = \frac{\Delta Q_{termos}}{\Delta T_{termos}} = \frac{\Delta Q_{vann}}{\Delta T_{termos}} = \frac{6276}{90-22}\frac{J}{K} = 92.3\, J/K$$

Oppgave 28
Intensiteten er gitt ved I = P/A hvor $A = 2\pi r^2$ og P er effekten til høyttaleren. Lydtrykknivået i en avstand r_1= 7 m er gitt ved $\beta_1(dB) = 10 log\frac{I_1}{I_0}$ med $I_0 = 10^{-12}$ W/m^2. I en avstand r_2 = 14 m er $\beta_2(dB) = 10log\frac{I_2}{I_0}$. Da blir

$$\Delta\beta = \beta_1 - \beta_2 = 10\ log\frac{I_1}{I_2} = 10\ log\frac{A_2}{A_1} = 10\ log\frac{r_2}{r_1} = 10log\frac{14}{7} = 10log2\ dB = 3.0\ dB$$

Da blir $\beta_2 = \beta_1 - \Delta\beta = (60-3)dB = 57\ dB$

Oppgave 29

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{2L} = \frac{425\ m/s}{2 \cdot 0.7\ \ m} = 303.6\ Hz$$

Oppgave 30
For en adiabatisk prosess gjelder at: $p_{før} \cdot V_{før}^{y} = p_{etter} \cdot V_{etter}^{y}$ som gir

$$p_{etter} = p_{før} \cdot \left(\frac{V_{før}}{V_{etter}}\right)^{\gamma} = 101\ kPa \cdot (\frac{0,250}{0,035})^{1,4} = 1584\ kPa$$

Oppgave 31
La innetemperaturen være gitt ved T_i = 296 K og utetemperaturen gitt ved T_u = 263 K. Arealet av veggen er A = 30 m^2. La T være temperaturen i grensen mellom treveggen og glavaisolasjonen. Tykkelsen på begge lagene er L = 0.1 m. Varmeledningen gjennom treveggen er gitt ved $j_t = \kappa_t \cdot (T - T_u)/L$, mens varmeledningen gjennom glavaisolasjonen er $j_g = \kappa_g \cdot (T_i - T)/L$. Disse 2 varmestrømmene må være like slik at $\kappa_g \cdot \frac{T_i - T}{L} = \kappa_t \cdot \frac{T-T_u}{L}$. Dette gir da $T = \frac{\kappa_g T_u + \kappa_t T_i}{\kappa_t + \kappa_g}$.
Varmestrømmen er da gitt ved Aj_g (eller Aj_t)

$$Aj_t = A\frac{\kappa_t}{L}(T - T_u) = \frac{A}{L}\frac{\kappa_t\ \kappa_g}{\kappa_t +\ \kappa_g}(T_i -\ T_u) = \frac{30}{0,1}\frac{0.15 \cdot 0.035}{0.15 + 0.035}(296 - 263)\ W = 281\ W$$

Oppgave 32
Bølgelengden er gitt ved $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{1700}m =\ 0,2\ m$

Oppgave 33
Bølgehastigheten for transversale bølger på en streng er utledet i forelesningene.
Vi finner $v = \sqrt{\frac{S}{\mu}} = \sqrt{\frac{25}{0,25}} = 10\frac{m}{s}$

Oppgave 34
Den transversale hastigheten for et punkt på strengen ved tidspunktet *t* er gitt ved $v_{transversal} = \frac{\partial y}{\partial t} = wAcos(wt - kx)$. Vinkelfrekvensen er gitt ved $w = 2\pi f = \frac{2\pi}{5}s^{-1} = 31.4\ s^{-1}$, mens bølgetallet k er gitt ved $k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi f}{v} = \frac{w}{v} = \frac{31.4}{10}m^{-1} = 3.14\ m^{-1}$. Dette gir innsatt

$$v_{transversal} = 31.4 \cdot 0.01 cos(31.4 \cdot 0.1 - 3.14 \cdot 0.25)\frac{m}{s} = -0.22\frac{m}{s}$$

Oppgave 35

Oscillatorens energi er gitt ved $E = U_{max} = \frac{k}{2}A^2$ hvor $A(w) = \frac{\frac{F_0}{m}}{\sqrt{(w-w_0)^2+(2\gamma w)^2}}$. På resonans er w = w_0 og dermed $A(w_0) = \frac{F_0}{m \cdot 2\gamma \cdot w_0}$. Her er F_0 = 6.0 N, m = 2.0 kg, $\gamma = \frac{b}{2m} = \frac{0.450}{2 \cdot 2}s^{-1} = 0.1125\ s^{-1}$ og $w_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{400}{2}}s^{-1} = 14.14\ s^{-1}$. Dette gir da

$A(w_0) = \frac{6}{2 \cdot 2 \cdot 0.1125 \cdot 14.14}m = 0.943\ m$ og $E = \frac{400}{2}(0.943)^2 J \approx 177\ J$

Oppgave 36

z_0 = 0.04 m vil svare til maks utsving ut fra likevektposisjonen z hvor loddet henger i ro. Dette blir amplituden i den harmoniske svingningen rundt likevektposisjonen gitt ved $z(t) = z_0 cos(w_0 t)$, hvor $w_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$, m = 0.8 kg og k er fjæra sin (ukjente) fjærkonstant. Loddet sin hastighet er gitt ved $\dot{z}(t) = -z_0 w_0 \cdot cos(w_0 t)$. Den maksimale hastigheten er lik den maksimale amplituden, dvs. $z_0 w_0 = 0.2\ m/s$, som dermed gir $w_0 = 0.2 / z_0 = 0.2 / 0.04\ s^{-1} = 5\ s^{-1}$. Da blir $k = w_0^2 \cdot m = 5^2 \cdot 0.8$ N/m = 20 N/m

Oppgave 37

La M = 28.9 g/mol. Det totale trykket består av $p = p_{Tank} + p_{atmosfære} = 4 \cdot 10^5$ Pa + $1.013 \cdot 10^5$ Pa = $5.013 \cdot 10^5$ Pa. Likningen for en ideell gass gir $n = \frac{pV}{RT} = \frac{5.013 \cdot 10^5 \cdot 20 \cdot 10^{-3}}{8.314 \cdot 303}\ mol = 3.98\ mol$. Massen til luften er gitt ved m = n · M = 3.98 · 28.9 g = 115 g = 0.115 kg

Oppgave 38

Dreiemomentet L = I·w er bevart, dvs. $L_{Før} = L_{Etter}$.
Dette gir $I_{Før} \cdot w_{Før} = I_{Etter} \cdot w_{Etter}$ og dermed $w_{Etter} = I_{Før} \cdot w_{Før} / I_{Etter}$.
Fra formelsamlingen: $I_{Før} = m_{Skive} \cdot r^2/2$. Videre er $I_{Etter} = I_{Før} + m_{barn} \cdot r^2 = (m_{Skive} + 2\ m_{barn}) \cdot r^2/2$.
Dette gir $w_{Etter} = m_{Skive} \cdot w_{Før} / (m_{Skive} + 2\ m_{barn})$ = 100 · 1.5/(100+2·25) rad/s = 1.0 rad/s .

Oppgave 39

Bruker termodynamikkens første hovedsetning dQ = dU + dW. Endringen i den indre energien U er gitt ved differansen mellom økningen i varmeenergi og det arbeidet som gjøres på stemplet: $\Delta U = Q - W$. Arbeidet er gitt ved $W = F \cdot \Delta x = 1.5\ \cdot 2\ J = 3J$. Dette gir $\Delta U = 8\ J - 3\ J = 5\ J$

Oppgave 40

Kroppen sin overflate temperatur er T = 303 K. Overflaten er gitt ved A = 1.2 m^2. Den utstrålte energien E fra denne overflaten er gitt ved Stefan-Boltzmann sin lov:

$$E = A \cdot j(T) = A \cdot e\sigma T^4 = 1.2 \cdot 1 \cdot 5.67 \cdot 10^{-8} \cdot (303)^4\ W = 573.5\ W$$